



(ISSN: 2602-4047)

Kaya Yatar, G. & Ergun, M. (2024). Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi, *International Journal of Eurasian Education and Culture*, 9(28), 511-537.

DOI: <http://dx.doi.org/10.35826/ijoecc.2851>

Article Type (Makale Türü): Araştırma (Research Article)

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ TEKNOLOJİK PEDAGOJİK ALAN BİLGİLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ*

Gülşah KAYA YATAR

Dr., Millî Eğitim Bakanlığı, Giresun, Türkiye, gulsahkaya28@gmail.com
ORCID: 0009-0009-6758-6943

Mustafa ERGUN

Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye, mergun@omu.edu.tr
ORCID: 0000-0003-4471-6601

Gönderim tarihi: 14.05.2024

Kabul tarihi: 10.11.2024

Yayım tarihi: 01.12.2024

Öz

Bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerinin (TPAB) gelişimlerini etkileyen faktörlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda fen bilimleri öğretim programında yer alan madde ve değişim konu alanı seçilmiştir. Çalışma karma yöntemler araştırmasına göre tasarlanmıştır. Çalışmanın nicel bölümü 48, nitel bölümü ise dört fen bilimleri öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Çalışmanın nicel bölümünde madde ve değişim konu alanına göre düzenlenen TPAB ölçeği ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Nitel bölümde ise teknoloji destekli hazırlanan ders materyalleri, öğretmen adaylarının çizdikleri TPAB modelleri ve öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerle veri toplanmıştır. Çalışma toplam 14 hafta sürmüştür. Sekiz hafta boyunca öğretmen adaylarına dört farklı teknolojik yazılım kullanılarak (çevrim içi bulmaca, dijital öykü, kavram haritası, animasyon) teknoloji destekli öğretimler yapılmış, yapılan öğretimin ardından öğretmen adaylarından madde ve değişim konu alanında yer alan çeşitli konularla ilgili teknolojik modül hazırlamaları istenmiştir. 48 öğretmen adayından elde edilen nicel verilerin analizi SPSS 17.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Dört öğretmen adayının nitel verileri ise betimsel analiz ve sürekli karşılaştırılmalı veri analizi yöntemleri ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular kapsamında teknoloji destekli uygulamaların öğretmen adaylarının TPAB'a ve TPAB'ın alt boyutlarına yönelik öz yeterlik düzeylerine etkisinin büyük olduğu ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Teknoloji destekli öğretimler öğretmen adaylarının en çok teknolojik pedagojik bilgilerinin gelişimini olumlu düzeyde etkilemiştir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları çalışmalar incelendiğinde üç farklı bilgi türünün (TB, PB, AB) birbirleriyle ilişkilendirilmesinin zorunluluğu vurgulanmış olup, bu bilgi türlerinden birinin eksikliğinin öğretim açısından sıkıntılar oluşturacağı ortaya çıkmıştır. Sonuçta yapılan uygulamalı öğretimler öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerini olumlu düzeyde geliştirdikleri ancak bu gelişimin uygulamaya yansımadaki bazı zorluklar olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Fen eğitimi, teknolojik pedagojik alan bilgisi, öğretmen adayı, fen bilimleri, TPAB.

* Bu çalışma, ikinci yazar tarafından danışmanlığı yürütülen birinci yazarın yüksek lisans tezi araştırması kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Sorumlu Yazar: Doç. Dr. Mustafa Ergun, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, mergun@omu.edu.tr

Etik Kurul Onayı: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurul Kararı 02.05.2018 tarih ve 2018/156 sayılı kararıyla onay alınmıştır.

İntihal/Etik: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayım etiğine uyulduğu teyit edilmiştir.

INVESTIGATION OF FACTORS INFLUENCING TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF PROSPECTIVE SCIENCE TEACHERS

ABSTRACT

This study aimed to examine the factors influencing the development of technological pedagogical content knowledge (TPACK) among pre-service science teachers. For this purpose, the topic area of "Matter and Change," included in the science curriculum, was selected. The study was designed using a mixed-methods research approach. The quantitative phase involved 48 pre-service science teachers, while the qualitative phase included four participants. In the quantitative phase, a TPACK scale tailored to the "Matter and Change" topic area was administered as a pre-test and post-test. In the qualitative phase, data were collected through technology-supported lesson materials, TPACK models created by the participants, and interviews conducted with them. The study lasted a total of 14 weeks. Pre-service teachers received technology-supported instruction during the first eight weeks utilizing four different technological tools (online puzzles, digital storytelling, concept maps, and animations). Following these instructional sessions, the pre-service teachers were tasked with preparing technology-based modules on various subtopics within the "Matter and Change" area. Quantitative data obtained from 48 participants were analyzed using the SPSS 17.0 statistical software package. The qualitative data from the four participants were analyzed using descriptive analysis and constant comparative data analysis methods. The findings revealed that technology-supported practices significantly impacted pre-service teachers' self-efficacy levels regarding TPACK and its sub-dimensions, with statistically significant differences observed between pre-test and post-test scores. These practices were found to have the most positive effect on the development of pre-service teachers' technological pedagogical knowledge. Analyses of the participants' work emphasized the necessity of interrelating the three types of knowledge (technological, pedagogical, and content knowledge), highlighting that deficiencies in any one of these areas could pose challenges in teaching. In conclusion, the applied instructional practices positively enhanced the TPACK competencies of pre-service science teachers. However, some difficulties were observed in translating this development into practical applications.

Keywords: Science education, technological pedagogical content knowledge, prospective teacher, science, TPACK.

GİRİŞ

Nitelikli bir eğitim öğretim için öğretmenlerde bulunması gereken yeterlikler ve bu yeterliklerin öğretmenlere kazandırılması için nelerin gerekli olduğu son yıllarda araştırmacıların sıklıkla tartıştığı konular arasındadır (Bülbül ve Slogar, 2012). Öğretmen yeterlikleri ile ilgili ilk araştırmalardan birini yapan Shulman (1986) öğretmenlerin sahip olması gereken bilgileri öğretim programı bilgisi, alan bilgisi ve pedagojik bilgi olarak ifade etmiştir. Shulman (1986), alan bilgisi ve pedagojik bilgiyi bir arada incelerken, farklı seviyedeki öğrencilerin daha etkili öğrenmelerini sağlayacak şekilde bir bilgi türü önererek Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) kavramını alanyazına kazandırmıştır. Shulman (1986) modelinde pedagojik alan bilgisinin (PAB) bileşenlerini pedagojik bilgi ve alan bilgisi olarak kabul etmiş ve modelini öğretmenin bir konuyu anlatırken öğrenci seviyesine uygun olarak nasıl daha anlaşılır hale getireceği bilgisi olarak tanımlamıştır. Bununla birlikte 21. yüzyılda gelişen teknoloji ile bireylerin ihtiyaç ve gereksinimleri değişmiş ve bu değişimin eğitim alanına da yansması kaçınılmaz olmuştur. Bu gelişmelerle birlikte teknolojinin eğitim öğretim ortamlarına entegrasyonu bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu durum öğretmen yeterliklerinin yeniden gözden geçirilmesini gerekli kılmıştır.

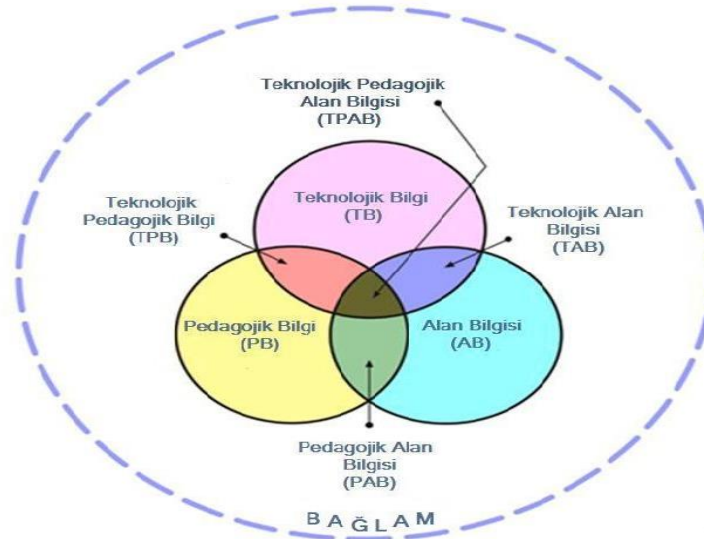
Eğitime teknoloji entegrasyonunu sağlamak için birçok model geliştirilmiştir. Bu modeller arasında en çok kullanılan ve öğretmen yeterlikleri ile ilgili olan model Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) modelidir. Mishra ve Koehler (2006) tarafından alanyazına kazandırılan bu model, Shulman'ın (1986) "pedagojik alan bilgisi" modeline teknoloji boyutunun dahil edilmesi ile geliştirilmiş olup öğretim ortamlarına teknolojinin nasıl entegre edilmesi gerektiği konusunda öğretmenlere yol göstermeyi amaçlamaktadır. Teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) modeli, pedagojik bilgi, alan bilgisi ve teknolojik bilgi olarak adlandırılan üç temel bileşen ve bu bileşenlerin birbirleriyle etkileşimini içermektedir (Koehler ve Mishra, 2008).

TPAB, teknoloji kullanarak öğretmenlerin etkili bir öğretim gerçekleştirebilmesi amacıyla bilmesi gerekenleri belirlemek ya da bir konu alanı kapsamında verimli bir öğretim yapmak için yararlanılan teorik bir yapıdır (Akkoç, 2011). TPAB modeli, pedagoji, alan ve teknolojinin birbirlerini nasıl etkilediklerini ve birbirlerini nasıl sınırlandıklarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu açıdan teorik bir model olmanın yanında analitik bir yapıya da sahiptir (Koehler ve diğ., 2012). Kuramsal yapı olarak TPAB, Shulman'ın (1986) tanımladığı PAB teorik çerçevesine göre yapılandırılmış olup, felsefi ve pragmatik olarak, yapılandırmacı ve proje temelli yaklaşımlar olan yaparak öğrenme, probleme dayalı öğrenme, işbirlikçi öğrenme ve tasarım temelli öğrenme ile yakından ilişkilidir (Koehler ve Mishra, 2000; Koh, Chai ve Tsai, 2013; Schmidt ve diğ., 2009; Yiğit, 2014; Yurdakul ve diğerleri, 2012). TPAB'ın daha kapsamlı tanımı şöyledir (Mishra ve Koehler, 2006):

"Kavramların teknoloji ile gösterimi; pedagojik tekniklerin alandaki bilgileri öğretmek için teknolojinin olumlu biçimde kullanımı; öğrenmede kavramları neyin zor ya da neyin kolay yaptığını ve nasıl bir teknolojinin öğrencilerin karşılaştığı problemleri çözmeleri için nasıl yardımcı olacağı; öğrencilerin önceki bilgileri ve bilgi teorileri; mevcut bilgilere dayanarak yeni bilgi teorileri geliştirmek ya da eski bilgileri güçlendirmek için teknolojinin nasıl kullanılabileceği hakkındaki bilgiler bütünüdür." (s.13).

Niess (2008) ise TPAB'ı, öğretmenin öğrencilerin öğrenmesini desteklemek amacıyla öğrenci ihtiyaçlarını, sınıf koşullarını dikkate alarak 21. Yüzyıl teknolojilerini bir konuyu planlama, düzenleme, özetleme ve eleştirmede kullanabilme becerisidir. PAB'ın genişletilmesi ile geliştirilen TPAB, öğretmenin bir konuyu anlatırken teknolojiyi pedagojik stratejilerle birleştirebilmeyi ve teknolojinin öğrencilerin konuyu anlamasında ne kadar etkili olduğunu bilmesi olarak açıklanmıştır (Graham ve diğerleri, 2009). Bu modelde öğretmenlerden PAB'ın yanında eğitim teknolojilerini de öğretimlerine etkili ve verimli bir şekilde entegre etmeleri istenmektedir. Ayrıca TPAB, öğrenci, öğretmen, sınıf içeriği ve teknoloji değişse bile öğretmenlerin alanları ile ilgili bir konuyu dijital teknolojiler kullanarak (özel amaçlı yazılım programları, internet, bilgisayar ve iletişim teknolojileri) öğretime hazır hale getirmede öğretmenlere gereken bilgileri dinamik bir yapı içinde sunar (Niess ve diğerleri, 2009).

Fen öğretmenlerinin TPAB'ları ise "öğrenci, fen, teknoloji ve pedagoji bilgisi olmak üzere dört öğeden" oluşmaktadır (McCroory, 2008, s.202). Bu öğeler öğretmenin sınıfta teknoloji kullanması ile birleşir. Öğretmen sınıfta teknolojiyi; bir konuyu öğretmede ya da öğrencilerin konuyu anlamada zorluk yaşaması ve teknolojinin bu zorluğu gidereceği düşüncesiyle konunun teknoloji ile ilişkili bir konu olması durumunda kullanır. TPAB, yerleşmiş ve karmaşık öğretmen bilgisinden öte teknolojinin öğretimle bütünleştirilmesini sağlayacak öğretmen bilgisi olarak da ifade edilmiştir. Genel çerçevesi öğretmenlerin sahip olması gereken alan, teknoloji ve pedagoji bilgilerinin etkileşimi ile oluşurken bu üç bilgi türünün kesişmesiyle öğretmenin teknoloji kullanarak öğretimini sağlayacak dört yeni bilgi alanı ortaya çıkmıştır. Bunlar şekilde de görüldüğü üzere, teknolojik pedagojik bilgi (TPB), pedagojik alan bilgisi (PAB), teknolojik alan bilgisi (TAB) ve teknolojik pedagojik alan bilgisidir (TPAB).



Şekil 1. TPAB ve Etkileşimli Olduğu Bilgi Türleri (Koehler ve Mishra, 2009, s.63)

TPAB modelinin yedi bilgi alanı Koehler ve Mishra (2009) tarafından şu şekilde gibi açıklanmaktadır.

Pedagojik Bilgi (PB): Öğrenme öğretim süreçleriyle ilgili genel bilgileri içerir. Bunlar öğrencinin yönetilmesi, öğretim yöntemleri ve değerlendirme tekniklerini kapsar. Öğretmen veya öğretmen adayı bu bilgiyle sınıf içi dinamikleri düzenler ve öğrenmeyi etkili kılacak yöntemleri uygular.

Teknolojik Bilgi (TB): Teknoloji araçları ve bunların kullanımları hakkındaki genel bilgiye ifade eder. Bunlar etkileşimli tahtalar, bilgisayarlar, tabletler, projeksiyon cihazları gibi araçları içerir. Öğretmen veya öğretmen adayı, bu bilgi ile dijital araçları nasıl kullanacaklarını öğrenir ve kullanılan uygun teknolojinin altyapısına hakim olur.

Alan Bilgisi (AB): Bu bilgi türü, öğretmenin belirli bir konudaki bilgi birikimini ifade eder. Örneğin, fen bilgisi öğretmeni için elementlerin özellikleri ve tepkimeleri gibi bilgileri içerir.

Pedagojik Alan Bilgisi (PAB): Bu bilgi türünde bir öğretmenin belirli bir konuyu en iyi nasıl öğretebileceğine dair bilgiye sahip olması durumudur. Örneğin hücre konusunu anlatırken hangi yöntemlerin daha etkili olduğunun bilinmesi bu bilgi türündedir. Öğretmen veya öğretmen adayı öğrenci seviyesine göre dersteki içeriği nasıl uyarlayabileceğine karar verir.

Teknolojik Alan Bilgisi (TAB): Belirli bir konunun teknoloji ile nasıl desteklenebileceğine dair bilgiye karşılık gelir. Örneğin bir fen bilgisi öğretmenin simülasyon yazılımlarıyla moleküler yapıların nasıl görselleştirileceğini bilmesi bu bilgi türündedir. Bu bilgi içeriğin teknoloji yardımıyla nasıl daha anlaşılır hale getirileceğini kapsar.

Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB): Öğretme süreçlerinde teknolojiyi nasıl etkin kullanacağını bilgisidir. Örneğin çevrimiçi tartışma platformlarını kullanarak işbirlikçi öğrenme ortamları oluşturma bu kapsamdadır. Bu bilgi türü öğretim yöntemlerini teknoloji ile entegre etme becerisini kapsar.

Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB): Bu bilgi bir öğretmenin belirli bir içeriği, uygun pedagojik yöntem ve teknolojik araçlarla nasıl etkili bir şekilde öğretebileceğini bilmesini ifade eder. TPAB, içeriğin pedagojik ve teknolojik açıdan en uygun şekilde nasıl aktarılacağını bütünsel bir yaklaşımla ele almaktır.

Öğretmen adaylarıyla ilgili yapılan araştırmalarda TPAB kuramsal çerçevesinde teknoloji kullanımının süreci somutlaştırılıp kolaylaştığı ve meta analiz çalışması sonucunda etki büyüklüğünün pozitif olduğu gözlenmiştir (Wilson, Ritzhaupt, & Cheng, 2020). Öğretmen yetiştirme programlarında teknoloji entegrasyonunda TPAB modelinin önemli olduğu (Voithofer, & Nelson (2021), hem öğretmen hem de öğretmen adaylarının teknoloji destekli ders planlamasında TPAB'ın tüm alt bileşenlerinin teknoloji bilgisini olumlu yönde değişmesine yardımcı olduğu (Stinken-Rösner, Hofer, Rodenhauser, & Abels, 2023), öğretmen adaylarının teknoloji dersin giriş basamağında değerlendirme basamağına kadar her aşamasına entegre etmesi sadece teknoloji bilgisini değil tüm alt bileşenlerinde de anlamlı farklıklar oluşturmaktadır (Aktaş, & Özmen, 2022).

Fen bilimleri öğretim programının temel konularından biri olan madde ve değişim konu alanına ait konular, fizik ve biyoloji gibi diğer alanlarla ve günlük yaşamla ilişkili olup, ilkökul öğretim programından üniversite eğitime kadar eğitimin her kademesinde yer almaktadır (Üce ve Sarıçayır, 2009). Ayrıca bu konu öğrencilerin sıklıkla kavram yanılgısı yaşadığı konulardan biridir (Kırbaşlar, Özsoy-güneş, Avcı & Atalar, 2012; Aydoğan, Güneş, B., & Gülççek, 2003; Altınyüzük, 2008; Çakır, 2005; Meşeci, Tekin, & Karamustafaoğlu, 2013).

Öğrenme öğretme sürecine teknoloji entegrasyonunu inceleyen araştırmacılar, öğretmenlerin ya da öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini tek bir ölçme aracıyla değerlendirmenin zor olduğunu, ölçümlerin duyarlılığını sağlamak ve TPAB'ları hakkında daha güvenilir veriler elde etmek için TPAB düzeyinin belirlenmesinde çoklu veri kaynaklarının kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir (Abbitt, 2011; Agyei ve Keengwe, 2014; Holmes, 2009). Bu sebepten dolayı sadece nicel veri toplama aracından değil ayrıca nitel veri toplama aracıyla daha derinlemesine bilgi edinilmesi gerekmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışma ile son sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının, TPAB yeterlikleri açısından durumlarının belirlenmesi ve araştırmanın sonuçlarının daha nitelikli öğretmenlerin yetiştirilmesinde ilgili kurumlara (YÖK ve MEB) bilgi sunması açısından önemli bir kaynak olabilecektir. Ayrıca bu çalışma fen bilimleri dersi gibi disiplinlerarası özelliğe sahip bir disiplin kapsamındaki içerik alanındaki öğretmen adaylarının TPAB gelişimlerini incelenmesi açısından önemlidir. Bu çalışmada fen bilimleri öğretim programında yer alan madde ve değişim konusunda fen bilimleri öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerini etkileyen faktörlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının teknoloji destekli öğretim materyali tasarlama süreçlerinin TPAB gelişim düzeylerine etkisi nasıldır sorusuna cevap aranmaktadır. Bu ana problemin birinci alt problemi öğretmen adaylarının TPAB ve teknoloji içeren alt alanlarındaki gelişimini incelemeye odaklanırken diğer alt problem ise teknoloji destekli ders materyali tasarlama sürecinin öğretmen adaylarındaki TPAB ile ilgili zihinlerindeki imajlarına olan etkisini incelemektedir.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntem tercih edilmiştir. Creswell ve Plano Clark'e (2011) göre karma yöntemler araştırması, araştırmanın problemini anlamak için nicel ve nitel verilerin birlikte tek bir çalışma ya da birden fazla çalışma dizisi içinde toplanması, birbiriyle bağdaştırılması ve analiz edilmesi için geliştirilmiş olan araştırma yöntemidir. Çalışmada karma yöntemler araştırma desenlerinden ise iç içe (gömülü/bütünleşik) karma desen kullanılmıştır. Böylece nitel aşamanın ağırlıklı olduğu bu çalışmaya nicel aşama eklenerek, nitel bölümün desteklenmesi sağlanmıştır. Çalışma öncesi ve sonrasında nicel veriler toplanmış, nitel veriler ise çalışma öncesi, sonrası ve çalışma sırasında toplanmıştır. Nitel veriler, çalışmanın etkisinin nasıl olduğunu görmek amacıyla toplanmıştır. Araştırmanın deneysel bölümü zayıf deneysel desen şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yapılan sınıf içi uygulamaların öğretmen adaylarının TPAB yeterlik düzeylerine etkisini gözlemlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma tek gruplu tekrarlı ölçümler deseni kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Tek grup Ön test Son test

Grup	Ön test	İşlem	Son test
48 Öğretmen Adayı	TPAB ölçeği	14 hafta boyunca gerçekleştirilen sınıf içi uygulamalar	TPAB ölçeği

Çalışma Grubu

Bu çalışmanın bağımlı değişkeni öğretmen adaylarının TPAB'a yönelik yeterlikleri, bağımsız değişkeni; seçmeli ders kapsamında gerçekleştirilen uygulamalardır. Araştırmada bağımsız değişkenin etkililiğinin ölçülmesi amacıyla bağımlı değişkene ilişkin tekrarlı ölçümler gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın başlangıcında TPAB ölçeği ön test olarak öğretmen adaylarına uygulanmış olup ders kapsamında araştırma uygulamaları gerçekleştirildikten sonra aynı gruba ölçekler, TPAB yeterlik düzeylerindeki değişimi belirlemek amacıyla son test olarak tekrar uygulanmıştır. Araştırmanın nicel bölümü 48 son sınıf fen bilimleri öğretmen adayı (40 kadın, 8 erkek) ile nitel bölüm ise 4 fen bilimleri öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların seçilmesinde seçkisiz olmayan örnekleme yöntemleri arasında yer alan uygun ve amaçlı örnekleme yöntemleri kullanılmıştır (Fraenkel, Hyun ve Wallen, 2011). Çalışmanın nitel kısmına katılan 4 öğretmen adayı, nicel kısmına katılan 48 öğretmen adayı arasından maksimum çeşitleme örneklemesine göre seçilmiş olup, derslerine teknolojiyi entegre etme konusunda istekli olan öğretmen adayları tercih edilmiştir. Çalışmanın nicel aşamasında, TPAB ölçeği ön test ve son test şeklinde öğretmen adaylarına uygulanmıştır.

Verilerin Toplanması

Bu çalışmada nicel veri toplama aracı olarak TPAB ölçeği kullanılmıştır. Pamuk, Ergun, Çakır, Yılmaz, Ayas (2015) tarafında öğretmen adaylarına yönelik geliştirilen bu ölçek 7 alt faktörden oluşmaktadır. Alt faktörler ve Cronbach alfa iç tutarlılık güvenirlik katsayıları; teknolojik bilgi 0.76, pedagojik bilgi 0.76, alan bilgisi 0.91, teknolojik alan bilgisi 0.88, pedagojik alan bilgisi 0.87, teknolojik pedagojik bilgi 0.84, teknolojik pedagojik alan bilgisi 0.92 ve ölçeğin toplam iç tutarlılık katsayısı 0.95'dir. Çalışmada nitel veri toplama araçları olarak öğretmen adaylarının fen bilimleri dersi öğretim programındaki kazanımlar çerçevesinde hazırladıkları tasarım temelli materyaller, bu materyallerin kullanılacağı hazırlanan ders planları, gözlem ve öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerdeki veriler kullanılmıştır. Görüşme soruları hazırlanırken fen bilimleri eğitimi alanı uzmanı iki kişiden ve aynı alanda lisansüstü eğitimi tamamlamış fen bilimleri öğretmenlerinden görüş alınıp gelen dönütler doğrultusunda son haline karar verilmiştir. Çalışmanın yapı geçerliği görüşme, doküman analizi ve gözlem olmak üzere birden fazla veri toplama aracı kullanılarak sağlanmaya çalışılmıştır.

Tablo 2. Veri Toplama Araçları ve Kullanım Amaçları

	Veri Toplama Araçları	Amaçlar
Nicel	TPAB Ölçeği (Ön-Test ve Son Test)	Yapılan uygulamalı öğretimlerin öğretmen adaylarının TPAB'larına etkisini gözlemlemek
	Öğretmen Adayları ile Yapılan Görüşmeler (ön görüşme - son görüşme)	Teknolojik bilgi, pedagojik bilgi ve alan bilgisini kapsayan açık uçlu sorularla TPAB gelişimlerini gözlemlemek
Nitel	Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Teknolojik Modüller	Öğretmen adaylarının TPAB modeli kapsamında teknolojik bilgilerinin gelişimini uygulamalı olarak gözlemlemek
	Öğretmen Adaylarının TPAB Modelleri (TPAB imajları)	Öğretmen adaylarının TPAB ile ilgili zihinlerindeki şemalarının öğretim öncesi ve sonrası gelişimini gözlemlemek

Çalışma son sınıfta öğrenim gören fen bilimleri öğretmen adaylarının bir dönem boyunca aldıkları seçmeli bir derste 14 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarına ilk hafta ders içeriği tanıtılmış, 14 hafta boyunca yapılacak çalışmalar hakkında bilgi verilmiş, yürürlükteki fen bilimleri öğretim programı genel hatlarıyla

tanıtılmış, alan bilgisi olarak madde ve değişim konu alanı seçildiğinden, bu konu alanı kapsamındaki 5., 6., 7. ve 8. sınıf üniteleri öğretmen adaylarına dağıtılmıştır. Sonrasında öğretmen adayları ile ön görüşmeler yapılmış TPAB ölçeği ön test olarak uygulanmıştır. İkinci hafta öğrencilere kullanılacak öğretim teknolojileri (çevirim içi bulmaca, dijital öykü, kavram haritası, animasyon) hakkında bilgiler verilmiş, bilgisayar destekli öğretim yapılacak sınıfların, öğretmenlerin ve öğrencilerin özellikleri anlatılmıştır. Ardından 8 hafta boyunca öğretmen adaylarına 4 farklı teknolojik yazılım kullanılarak (çevirim içi bulmaca, dijital öykü, kavram haritası, animasyon) teknoloji destekli öğretimler yapılmış, yapılan her öğretimin ardından öğretmen adayları dağıtılan ünitelerin kazanımları doğrultusunda öğrenci seviyesine uygun teknolojik modül hazırlamıştır. Öğretmen adaylarının yaptıkları çalışmalara ulaşabilmek için sanal sınıfta oluşturulmuş, çalışmalarını paylaşmaları sağlanmıştır. Son hafta ise ilk hafta uygulanan ölçekler son test olarak tekrar uygulanmış ve gönüllü öğretmen adaylarıyla son görüşmeler yapılmıştır. Öğretim bir araştırmacı tarafından verilirken diğer araştırmacı gözlem notları almıştır. Çalışma kapsamında etik kurul izni Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu 02.05.2018 tarih 2018/156 karar sayısıyla alınmıştır.

Verilerin Analizi

Karma yöntemin kullanıldığı bu araştırmada elde edilen nicel verilerinin analizi SPSS 17.0 istatistik paket programı ile yapılmıştır. Nitel çalışmalarda gözlem, görüşme ve doküman analizi yöntemleri ile elde edilen veriler değiştirilmeden doğrudan alıntılar yapılarak rapor haline getirilmiştir. Görüşme kayıtları MS word ortamında yazıya aktarıldıktan sonra veriler betimsel analiz, sürekli karşılaştırılmalı veri analizi teknikleri birlikte analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının TPAB imajları, ders planları, ders anlatımları Timur (2011) tarafından hazırlanmış olan değerlendirme ölçekleri de dikkate alınarak araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Nicel Verilerin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın nicel verileri 48 fen bilgisi son sınıf öğretmen adayına yapılan teknoloji destekli öğretim öncesinde ve sonrasında uygulanan "Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği"nden bulgulardan oluşmakta ve aşağıda yer almaktadır. TPAB ölçeği yedi alt bileşenden oluşan bir ölçek olduğundan TPAB alt bileşenlerinin her biri için ayrı ayrı normallik sınaması yapılarak bulguların hangi parametrik veya parametrik olmayan istatistikî yöntemle elde edileceğine ilişkin karar verilmiştir.

TPAB Ön test Son test Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar İçin t-testi Sonuçları

Tablo 3. TPAB Ön test Son test Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar t-testi Sonuçları

Alt Boyutlar	N	X	S	t	sd	p	Eta Kare
TPAB Ön	48	24.25	4.41	3.85	47	.000	.347
TPAB Son	48	27.77	4.85				
TPB Ön	48	13.00	2.58	4.45	47	.000	.258
TPB Son	48	15.60	3.14				
TAB Ön	48	13.50	2.94	3.95	47	.000	.258

TAB Son	48	16.00	2.63				
PAB Ön	48	18.40	2.37	7.71	47	.000	.401
PAB Son	48	23.40	3.80				
TB Ön	48	13.28	2.94	2.91	47	.006	.345
TB Son	48	14.76	2.43				
AB Ön	48	28.75	4.27	3.01	47	.005	.572
AB Son	48	30.89	4.50				
PB Ön	48	14.42	2.60	3.0	47	.004	.225
PB Son	48	15.89	2.23				
Ön Test Genel	48	125.41	16.83	4.87	47	.000	.593
Son Test Genel	48	143.91	20.38				

Tablo 3 incelendiğinde ölçeğin genelinde [t(47)=4.87; p<.05], Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) alt boyutunda [t(47)=3.85; p<.05], Teknolojik Alan Bilgisi (TAB) alt boyutunda [t(47)=3.95; p<.05], Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB) alt boyutunda [t(47)=4.45; p<.05], Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) alt boyutunda [t(47)=7.71; p<.05] ön test son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının ölçeğe verdikleri cevap ortalamaları incelendiğinde ortalamaların son testte (143.91) ön teste (125.41) göre arttığı gözlenmiştir.

TPAB Ön test-Son test Puanlarına Göre Değişim

Tablo 4’de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının TPAB puanları en fazla TPB alt boyutunda (Ortalama=0.62) sonra TAB alt boyutunda (Ortalama = 0.57), daha sonra TPAB alt boyutunda (Ortalama = 0.50), PAB alt boyutunda (Ortalama = 0.20) arttığı tespit edilmiştir. Bu bulguya göre teknoloji destekli öğretimler öğretmen adaylarının en çok teknolojik pedagojik bilgilerinin olumlu düzeyde geliştirdiği söylenebilir. Ayrıca olumlu yönde olan bu etkinin hangi alt boyutlarda daha fazla artışa neden olduğunu belirlemek için ön ve son testte madde bazında ortalamalar hesaplanarak her bir alt boyut için artış miktarı ve yüzdesi hesaplanmıştır. Bu artış yüzdesi hesaplanırken son-testten elde edilen ortalamaların ön-testten elde edilen ortalamalardan farkı alınmış (S-Ö) ve ön-test ortalamalarına bölünüp (S-Ö/Ö) 100 ile çarpılmıştır.

Tablo 4. TPAB ve Alt Faktörlerin Ön test Son test Puanlarına Göre Değişim

Alt Boyutlar Madde Numarası	Ön Test Puanı (Ö)		Son Test Puanı (S)		(S)-(Ö) Puan Artışı	Artış %	
	X	SS	X	SS			
TB	1	3.70	1.01	3.78	0.92	2	
	2	3.30	0.91	3.66	0.74	10	
	3	3.45	0.95	3.80	0.74	10	
	4	2.77	0.91	3.53	0.80	27	
	X	3.30		3.69		0.39	11
AB	1	3.82	0.59	3.96	0.63	4	
	2	3.27	0.84	3.82	0.60	17	
	3	3.42	0.78	3.80	0.58	11	
	4	3.50	0.78	3.82	0.71	0.32	9
	5	3.52	0.78	3.87	0.60	0.35	10
	6	3.50	0.78	3.67	0.76	0.17	5
	7	3.82	0.71	3.91	0.79	0.09	2
	8	3.92	0.69	4.05	0.67	0.13	3
X	3.59		3.86		0.27	8	
PB	1	3.52	0.78	3.94	0.69	0.42	12
	2	3.62	0.80	3.94	0.64	0.32	9
	3	3.65	0.97	4.00	0.71	0.35	10

	4	3.65	0.76	3.94	0.69	0.29	8
	X	3.61		3.95		0.34	9
	1	3.32	0.79	3.75	0.69	0.43	13
	2	3.75	0.70	4.05	0.58	0.30	8
PAB	3	3.77	0.69	3.96	0.68	0.19	5
	4	3.77	0.61	3.85	0.69	0.08	2
	5	3.77	0.69	3.87	0.66	0.10	3
	6	3.80	0.68	3.89	0.67	0.09	2
	X	3.69		3.89		0.20	5
	1	3.60	0.84	4.00	0.91	0.40	11
TPB	2	3.10	0.74	3.83	0.84	0.73	24
	3	3.25	0.77	3.85	0.88	0.60	18
	4	3.05	0.90	3.80	0.74	0.75	25
	X	3.25		3.87		0.62	19
	1	3.17	0.87	3.92	0.73	0.75	24
TAB	2	3.20	0.88	3.98	0.77	0.78	24
	3	3.47	1.03	3.94	0.86	0.47	14
	4	3.65	0.89	3.94	0.69	0.29	8
	X	3.37		3.94		0.57	17
	1	3.32	0.72	3.87	0.81	0.55	17
	2	3.65	0.89	4.01	0.70	0.36	10
	3	3.47	0.87	3.96	0.85	0.49	14
TPAB	4	3.42	0.71	4.00	0.76	0.58	17
	5	3.42	0.78	4.01	0.75	0.59	17
	6	3.67	0.76	4.03	0.73	0.36	10
	7	3.25	0.83	3.83	0.68	0.58	18
	X	3.45		3.95		0.50	14

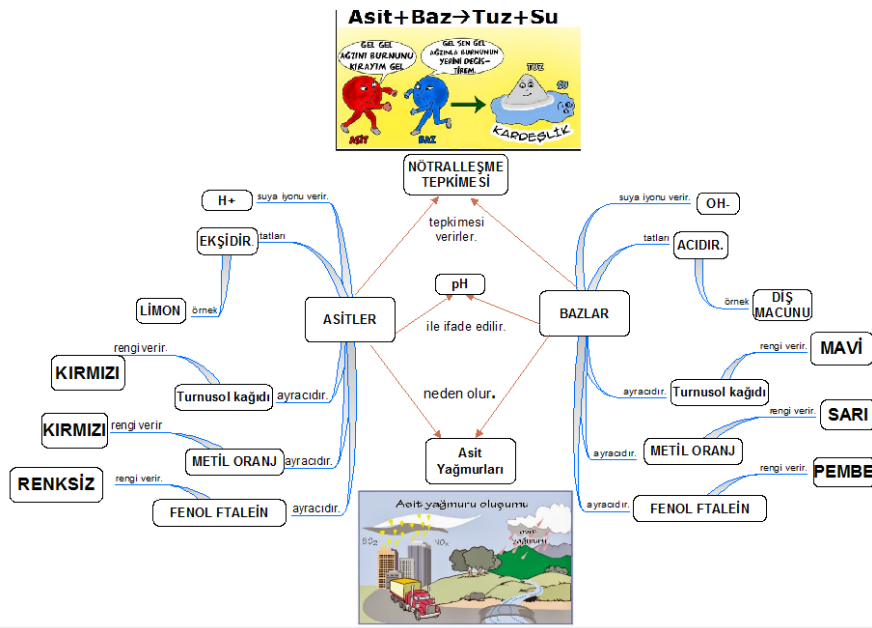
Ayrıca son test puanlarındaki bu artışın etkinin büyüklüğüne (effect size) eta karenin hesaplanması ile bakılmıştır. Etki büyüklüğü; .01 küçük, .06 orta, .14 büyük olarak yorumlanır (Büyüköztürk, 2002, s.45, 46). Teknoloji destekli öğretimler TPAB üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu görülmüştür ($\eta^2_{genel} = .593$, $\eta^2_{TPAB} = .347$, $\eta^2_{TPB} = .258$, $\eta^2_{TAB} = .258$, $\eta^2_{TB} = .345$, $\eta^2_{PAB} = .401$, $\eta^2_{AB} = .572$, $\eta^2_{PB} = .225$).

Nitel Verilerin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Teknolojik Modüllere İlişkin Bulgular

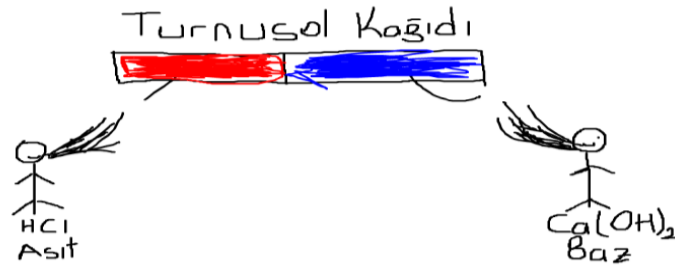
Öğretmen adaylarının hazırladıkları teknolojik modüller alan bilgisi, pedagojik bilgi ve teknolojik bilgiyi kapsadığından bu bölümde değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar teknolojik modül değerlendirme ölçeğine göre değerlendirilmiştir.

Öğretmen adayı Helin, 8. sınıf asitler ve bazlar konusu kapsamında teknolojik modül hazırlamıştır. Hazırladığı kavram haritası incelendiğinde, asit-baz tepkimeleri, asit ve bazların özellikleri, ayıraçları, pH ve asit yağmurları konularını içerdiği kazanımlara uygun olduğu görülmektedir. Kavram haritası öğrenci düzeyine uygun, açık ve anlaşılır olarak hazırlanmış olup kavram yanılığını içermemektedir. Ayrıca kavram haritası formatına uygun olarak hazırlanmıştır.



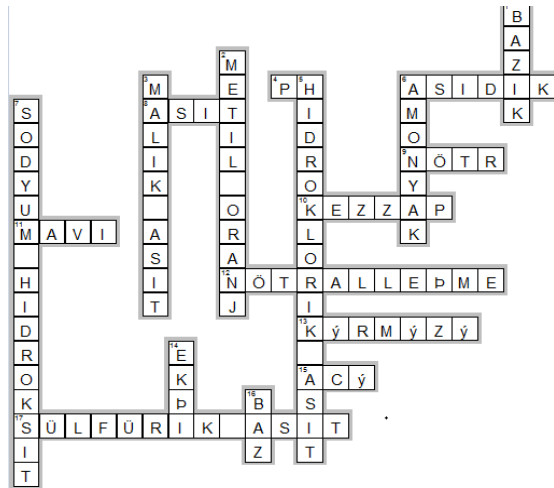
Şekil 2. Asitler Bazlar Konusu Kavram Haritası Örneği

Helin'in hazırladığı animasyon, turnusol kağıdında asitlerin kırmızı, bazların mavi renk verdiği göstermektedir. Animasyon, açık ve anlaşılır, alan bilgisine uygun ve kavram yanlışlığı içermemektedir. Etkileşimlidir. Ancak öğrenci seviyesinin altında hazırlanmıştır.



Şekil 3. Asit ve Bazlar Konusu Animasyon Görseli

Helin'in hazırladığı bulmaca toplam 18 sorudan oluşmakta olup, asit ve bazların özellikleri, pH aralığı, günlük hayattan örnekler, asit baz tepkimeleri, ayıraçlar, asit baz tepkimeleri ile ilgili soruları içermektedir. Konunun tamamını kapsamakta olup içeriğe uygundur. Kavram yanlışlığı içermemektedir. Öğrenci seviyesine uygundur.



Across

4. asit ve bazların kuvvetliliğini belirler.
6. ph aralığı 0-7 olan maddelerdir.
8. suya h⁺ iyonu verir
9. ph 7 olan maddelerdir.
10. sistematik adı nitrik asit olan bazdır.
11. bazların turnosol kağıdındaki rengi nedir
12. asit ve bazların verdikleri tepkimeler
13. asitlerin turnosol kağıdında verdikleri renkler
15. bazların tatların
17. zaç yağı olarak bilinen asitin sistematik adıdır.

Down

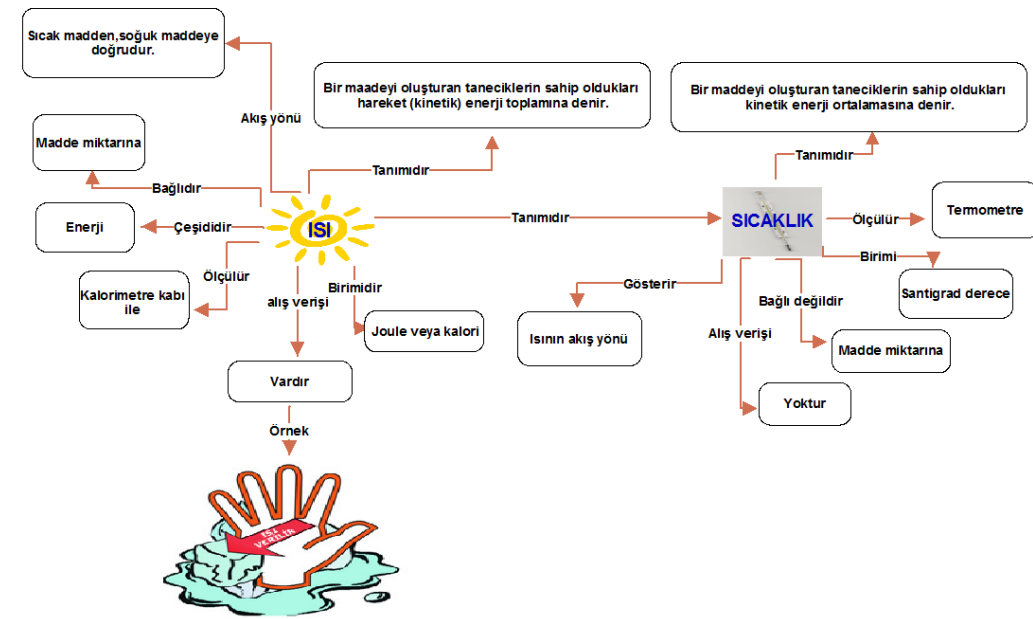
1. ph aralığı 7-14 arasında olan maddelerdir.
2. asit ve bazların ayıraçlarından biridir.
3. elmada bulunan asittir.
5. en kuvvetli asittir.
6. yapısında OH iyonu olmadığı halde bazdır.
7. en kuvvetli bazdır.
14. asitlerin tatlarıdır.
16. suya OH- iyonu verir

Şekil 4. Asit ve Bazlar Konusu Bulmaca Örneği

Helin'in hazırladığı dijital öykü, konu içeriğinin tamamını yansıtmış, öğrenci seviyesine uygun olarak hazırlanmıştır. Ayrıca dijital öykü tasarım ilkelerine uygun olarak baştan sona devam eden bir olay şeklindedir. Ancak asit yağmurlarının oluşumu dijital öyküde hidroklorik asit ve kalsiyum hidroksitin birbirinden ayrılması şeklinde ifade edilmiş olup, kavram yanlışlığı içermektedir. Asit baz tepkimeleri sonucu oluşan tuz ve suyun ikiz kardeşler olduğu ifade edilmiş, fakat bu ifade günlük hayatla bağdaşmadığından yanlış olmuştur.

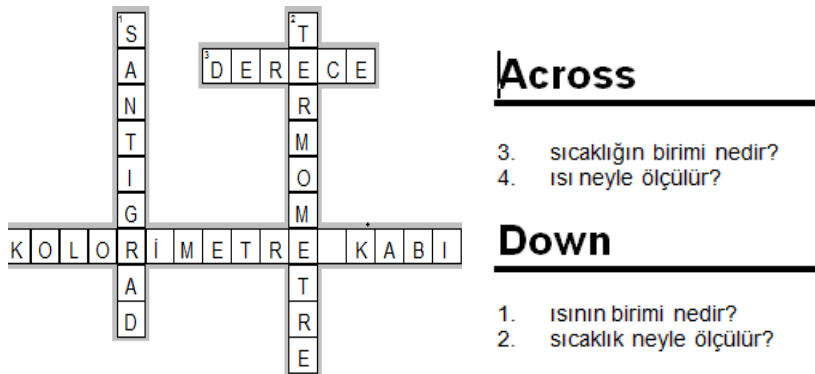
Öğretmen adayı Helin'in hazırladığı teknolojik modüller genel olarak değerlendirildiğinde konu ile ilgili fen öğretim programında verilen iki kazanım hariç (*Asit ve bazların çeşitli maddeler üzerindeki etkilerini gözlemler ve Asit ve bazların temizlik malzemesi olarak kullanılması esnasında oluşabilecek tehlikelerle ilgili gerekli tedbirleri alır*) diğer kazanımlara uygun olarak hazırlanmıştır. Sonuç olarak öğrenci seviyesine uygun olduğu, birkaç tane kavram yanlışlığı içerdiği, tasarım ilkelerine uygun olarak hazırlandığı, açık ve anlaşılır olduğu belirtilebilir.

Öğretmen adayı Elif, 5. sınıf ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili teknolojik modül hazırlamıştır. Elif'in hazırladığı kavram haritası, tasarım ilkelerine uygundur. Konunun kazanımlarına ve alan bilgisine uygundur. Ancak kavram haritasındaki ısı ve sıcaklık tanımları öğrenci seviyesinin üzerindedir. Ayrıca "ısı tanımıdır sıcaklık" ifadesi yanlış kullanılmıştır.



Şekil 5. Isı ve Sıcaklık Kavram Haritası Örneği

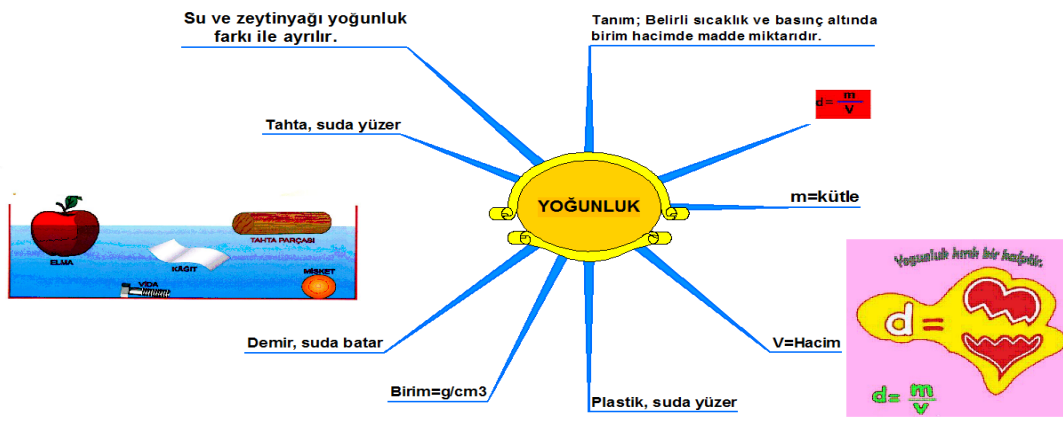
Elif'in hazırladığı bulmaca, toplam 4 soru içermekte olup, konunun tamamını içermemektedir. Ayrıca, "Isının birimi nedir?" sorusunun cevabı olarak kalori ya da joule verilmesi gerekirken, santigrat verilmiştir. "Sıcaklığın birimi nedir?" sorusunun cevabı santigrat derece verilmesi gerekirken, derece verilmiştir. Sonuçta az soru içeren bulmaca kavram yanlışlarından oluşmaktadır.



Şekil 6. Isı ve Sıcaklık Bulmaca Örneği

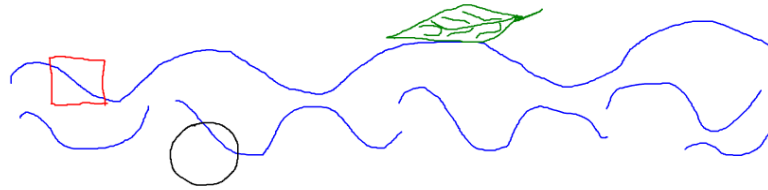
Elif'in hazırladığı dijital öykü, ısı ve sıcaklık kavramlarının kullanımına örnekler, sıcaklığın ne ile ölçüldüğü, ısı alışverişi konularını içermektedir. Sonuç olarak öğrenci seviyesine ve tasarım ilkelerine ve kazanımlara uygundur.

Öğretmen adayı Betül, 6. sınıf yoğunluk konusu ile ilgili teknolojik modül hazırlamıştır. Betül'ün hazırladığı kavram haritası, asıl kavramın merkezde yer aldığı örümcek kavram haritasına örnektir. Fakat kavramlar arası ilişkiler gösterilmemiştir. Bu açıdan açık ve anlaşılır değildir. Kavram haritası, kazanımlara ve öğrenci seviyesine uygun olarak hazırlanmıştır.



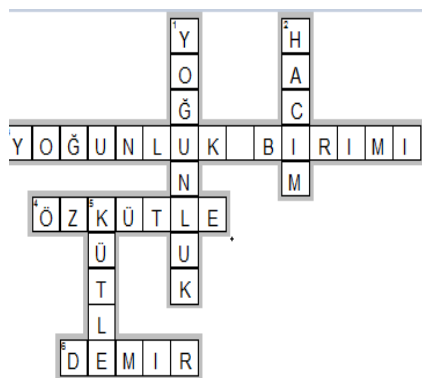
Şekil 7. Yoğunluk Kavram Haritası Örneği

Betül'ün hazırladığı animasyon, maddelerin yüzmeye, askıda kalma ve batma durumlarını göstermektedir. Öğrenci seviyesine ve kazanımlara uygundur. Fakat ilgi çekici ve orijinallik açısından eksiktir. Animasyon etkileşimlidir.



Şekil 8. Yoğunluk Animasyon Kesiti

Betül'ün hazırladığı bulmaca, toplam 6 sorudan oluşmakta olup yoğunluğun tanımını, birimini, kütle ve hacim tanımları içermektedir. Özkütle kavramı yoğunluğun diğer adı olsa bile müfredatta verilmemektedir. Ayrıca kütle ve hacim tanımları ve demir elementinin sembolü 6. sınıf programında yer almamaktadır. Bu açıdan öğretmen adayının öğretim programa hakim olmadığı görülmektedir. Bulmaca öğrenci seviyesine ve tasarım ilkelerine uygundur.



Across

3. gram/cantimetre³
4. yoğunluğun diğer adıdır.
6. sembolü Fe olan element nedir

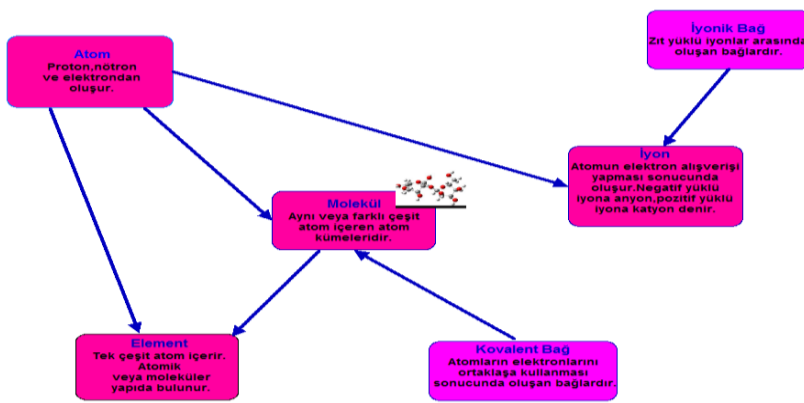
Down

1. bir maddenin birim hacimdeki kütlelerine denir.
2. Maddenin uzayda kapladığı yere hacim denir.
5. Madde miktarına denir.

Şekil 9. Yoğunluk Konusu Bulmaca Örneği

Betül'ün hazırladığı dijital öykü, yoğunluğun tanımı ve birimi, yoğunluk hesaplaması, yüzme, batma, askıda kalma durumları ve günlük hayattan örnekleri içermektedir. Ayrıca buzun suyun yüzeyinde kalma durumunu da belirtmiştir. Öykü tasarım ilkelerine uygundur. Kazanımları yansıtmakta ve öğrenci düzeyine uygun olduğu belirtilebilir.

Öğretmen adayı Onur, 7. sınıf atom, iyon ve molekül konularıyla ilgili teknolojik modül hazırlamıştır. Onur'un hazırladığı kavram haritası, konu ile ilgili kavramların tanımlarını içermekte olup, sadece kavramlar arası oklar çizilmiştir. Fakat herhangi bir ilişki kurulmamıştır. Bu açıdan açık ve anlaşılır değildir. Kavram haritası yapısına uygun değildir. Ayrıca programda olmayan iyonik ve kovalent bağ kavramlarına yer verilmiştir.



Şekil 10. Madde Konusu Kavram Haritası

Onur'un hazırladığı bulmaca, toplam 11 sorudan oluşmakta olup, iyonik ve kovalent bağ kavramları hariç kazanımlara uygun olarak hazırlanmıştır. Kavram yanlışlığı içermemekte olup, öğrenci düzeyine ve tasarım ilkelerine uygundur. Sorular açık ve anlaşılırdır.

Across

- atomların elektron alışverişi sonucunda oluşturdukları yapıya ne isim verilir ?
- pozitif yüklü iyona verilen isim nedir ?
- atomun çekirdeğinde bulunan artı yüklü parçacıklara ne denir ?
- atomda bulunan eksi yüklü taneciğe ne isim verilir?
- atomların elektronlarını ortaklaşa kullanması sonu oluşan bağa ne denir ?

Down

- zıt yüklü iyonlar arasındaki bağa ne isim verilir ?
- negatif yüklü iyona ne isim verilir ?
- atomun merkezinde toplanmış olan proton ve nötronların oluşturduğu yapıya ne denir ?
- maddenin en küçük yapı taşına ne isim verilir ?
- aynı veya farklı çeşit atomlar içeren atom kümelerine ne denir ?
- atomda bulunan yüksüz olarak adlandırılan parçacığın adı nedir?

Şekil 11. Madde Konusu Bulmaca Örneği

Onur'un hazırladığı dijital öykü, oldukça kısa hazırlanmıştır. Atom kavramının tanımını ve modern atom teorisinin ne olduğunu anlatmaktadır. Öğrenci seviyesine uygun, fakat ilgi çekici ve orijinal değildir.

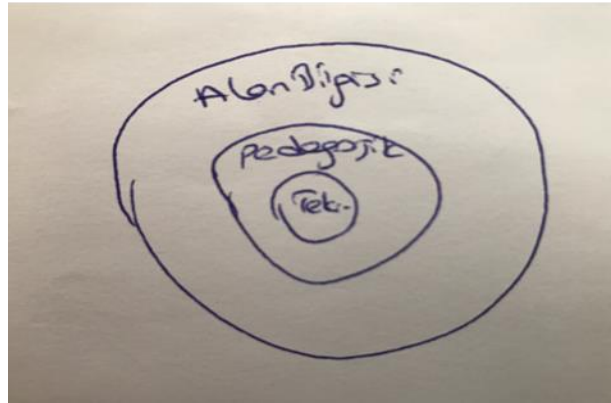
Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Modeline İlişkin Bulgular (TPAB İmajları)

Bu bölümde öğretmen adayları TPAB modeli hakkında ders materyali hazırlamadan önce ve sonrasında ne bildikleri ve bu modelle ilgili çizdikleri şemalarla ilgili bulgular yer almaktadır.

Araştırmacı: *Teknolojik pedagojik alan bilgisi nedir? Bir model üzerinde gösterebilir misiniz?*

Helin: *Teknolojiye bağlı olarak öğretim yaklaşımlarını dersinde uygulayabilmesidir. Teknolojik bilgi merkezde onun ortasında pedagojik bilgi olması gerekiyor. Bu ikisinin birleşimiyle de alan bilgisi olur. En üstte alan bilgisi olur. (1. Görüşme)*

Helin: *Ben bu yeterliliğe orta düzeyde sahibim diyebilirim. (1. Görüşme)*

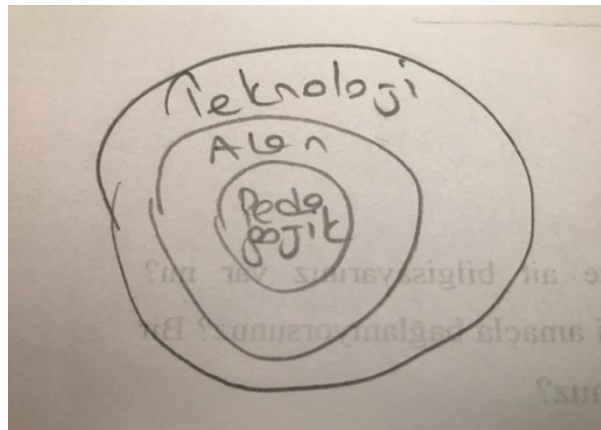


Şekil 12. TPAB modeli (Ön görüşme, Öğretmen adayı Helin)

Öğretmen adayı Helin, teknoloji destekli öğretim öncesinde TPAB'ı doğru şekilde tanımlayamazken, model olarak teknolojik bilginin merkezde, alan bilgisinin en dışta olduğu, alan bilgisinin teknolojik ve pedagojik bilgiyi kapsadığı bir model çizmiştir. Dolayısı ile modeli de doğru çizememiştir.

Helin: *Bir dersi alan bilgisiyle, öğrencilere kullanacağım tekniklerle ve teknolojiyle bir arada buldurmam. Hem alan bilgisini hem teknolojiyi hem öğrencilere nasıl yaklaşacağımı bilmem gerekiyor. Teknolojinin hepsini kapsadığı alanında pedagojik bilgiyi kapsadığı bir şekil. (2. Görüşme)*

Helin: *Ben bu yeterliliğe eeee...kısmen, yeterli gibiyim. Bu dersin tabiki faydası oldu. Kendime güvenim geldi bir kere teknolojik anlamda. (2. Görüşme)*

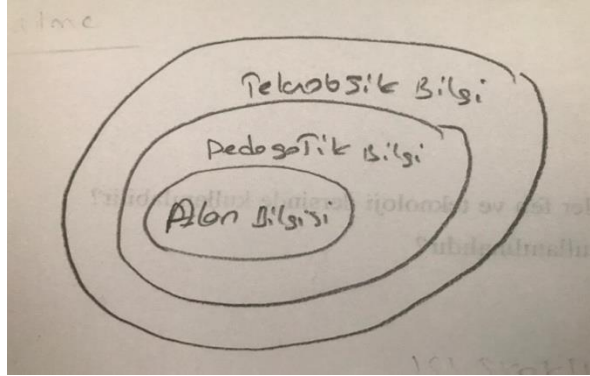


Şekil 13. TPAB modeli (Son görüşme, Öğretmen adayı Helin)

Öğretim sonrasında ise Helin, TPAB'ı kısmen doğru ifade ederken, modeline bunu yansıtamamış, teknolojik bilginin alan bilgisi ve pedagojik bilgiyi kapsadığı bir model çizmiştir.

Öğretmen adayı Elif ise, TPAB'ı aşağıdaki gibi açıklamıştır:

Elif: Alan bilgimiz iyi olmalı ki yöntem ve teknikleri uygulayabilelim. Yöntem ve teknikleri daha etkin hale getirmek için teknolojiden yararlanmam gerekiyor. Hepsi birbirini kapsıyor. Teknolojiyi kullanabilmem için alan ve pedagoji şart. (1. Görüşme)

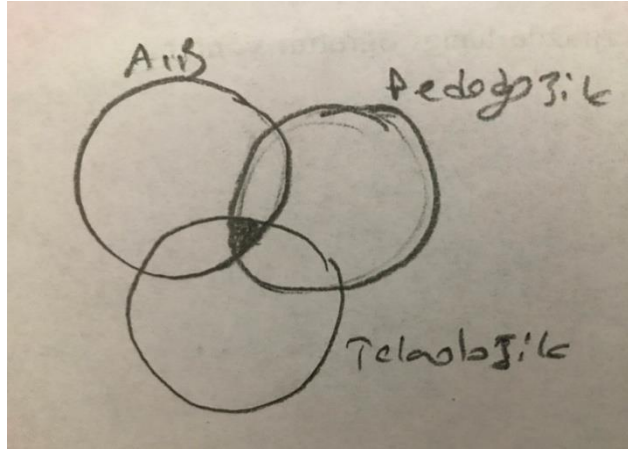


Şekil 14. TPAB Modeli (Ön görüşme, Öğretmen adayı Elif)

Öğretmen adayı Elif, alan bilgisi, pedagojik bilgi ve teknolojik bilginin tek başına bir anlam ifade edemeyeceğini, teknolojik bilginin alan bilgisi ve pedagojik bilgiyi kapsadığı, alan bilgisinin merkezde yer aldığı bir model çizmiştir. Elif'in TPAB tanımlaması kısmen doğru olmakla beraber, şekil üzerinde yanlış ifade etmiştir.

Öğretmen adayı Elif, öğretim sonrasında üç bilgi türünün kesiştiği noktanın önemine dikkat çekerek TPAB'ı doğru tanımlamış ve modelini de buna uygun olarak doğru şekilde çizmiştir.

Elif: Alan bilgisini teknolojiye dayandırmaktır. Hepsi ayrı ayrı önemli ama hepsi birbirinin içinde olur. Hepsinin kesiştiği bir nokta var. Burda alanda gördüğümüz kavramlar var, burda teknolojik yazılımlar var, burda öğretim yöntem teknikleri var. Hepsini bir arada kullanırım. Mesela sınıf yönetiminde etkili olabilmek için teknolojiden yararlanırım. Öğreteceğim konuyu da iyi bilmem gerekir. Hani hepsinin ortak olduğu şekil. (2. Görüşme)

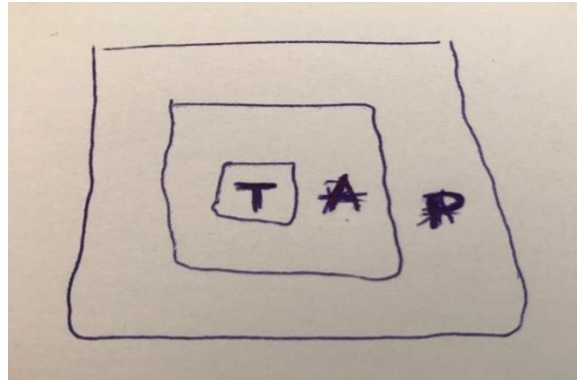


Şekil 15. TPAB Modeli (Son görüşme, Öğretmen adayı Elif)

Öğretmen adayı Onur'un TPAB tanımlaması ve modeli öncesinde iç içe şekilde farklı bilgi türlerini içermektedir. Onur, pedagojik bilginin kapsayıcı olduğu merkezde teknolojik bilginin olduğu bir modelle TPAB'ı ifade etmiştir. Merkeze teknolojiyi koymuş fakat tanımlarken pedagojinin önemine dikkat çekmiştir.

Onur: Alanların teknoloji ile birleştirilmesidir. Merkezde teknoloji olmalı, sonra alan, sonra pedagoji olur. Yani pedagojik bilgiye sahip olmamız gerekiyor. Çünkü öğrencilerin özelliklerini bilmemiz gerekiyor. Sonra alan bilgisine sahip olmalıyız. Merkezde de teknoloji olmalı. (1. Görüşme)

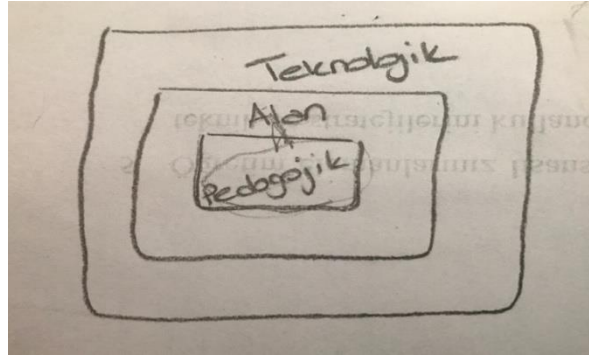
Onur: Ben bu yeterliliğe sahip olarak görmüyorum kendimi.



Şekil 16. TPAB Modeli (Ön görüşme, Öğretmen adayı Onur)

Öğretim sonrasında ise pedagojik bilginin önemine vurgu yapmış, pedagojik bilginin merkezde olduğu bir model çizmiştir.

Onur: Pedagojik bilgi çok önemli, o merkezde olmalı. Çocukları bilmemiz gerekiyor. 6. sınıf, 7. sınıf birbirinden çok farklı, şu an 5. sınıf var bir de, onlar tamamen küçük. Seviyeye inebilmemiz için pedagojik bilgi şart. Alan bilgisini bilmeden zaten olmaz. Yani teknoloji alanı, alan da pedagojiyi kapsar. En merkezde pedagoji olacak. (2. Görüşme)



Şekil 17. TPAB Modeli (Son görüşme, Öğretmen adayı Onur)

Öğretmen adayı Betül, TPAB'ı ve modelini aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

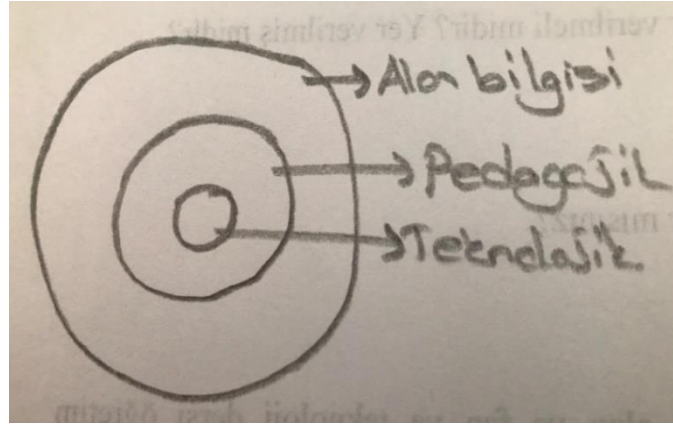
Betül: Üç bilgi de çok önemli ama ben merkeze alan bilgisini koyarım. Alan bilgisini pedagojik bilgiyle, bunların hepsini de teknolojik bilgiyle çağrışım yaptırım. Sonuçta alan bilgisini bilerek diğerlerini yapıyoruz. (1. Görüşme)



Şekil 18. TPAB Modeli (Ön görüşme, Öğretmen adayı Betül)

Betül, öğretim öncesinde üç bilgi türünün önemine dikkat çekmiş fakat alan bilgisinin en önemli bilgi türü olduğunu vurgulayarak, modelinde alan bilgisini merkeze koymuştur.

Betül: Teknoloji anlamında yeterli eğitim görüp bunu aktarabilmektir. Aslında hepsi birbiriyle bağlantılıdır. Alan bilgisi tam olan bir öğretmen teknolojik yeterliliği de varsa daha rahat bir şekilde anlatımını tamamlar. (2. Görüşme)



Şekil 19. TPAB Modeli (Son görüşme, Öğretmen adayı Betül)

Öğretim sonrasında ise Betül, teknolojik bilginin merkezde olduğu kapsayıcı bir model çizmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

TPAB ölçeğinin genelinden ve alt faktörlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde, teknoloji destekli öğretimlerin ardından yapılan uygulamalı çalışmalar, öğretmen adayların TPAB ve TPAB'ın tüm alt bileşenlerine ait yeterliklerinde artışa yol açmıştır. Tüm alt boyutlarda ve testin genelinde ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında puan artışlarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda testin tümü için hesaplanan etki değerinin yüksek olması gerçekleştirilen teknoloji destekli uygulamaların öğretmen adaylarının TPAB'a ve TPAB'ın alt boyutlarına yönelik öz yeterlik düzeylerine etkisinin büyük olduğu sonucunu göstermektedir.

Her bir alt boyutta öz yeterlik seviyesinde artışın olması bu alt boyutların birbiri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Öğretmen adaylarının yeterlik puanlarında artış çoktan aza doğru sırasıyla TPB, TAB, TPAB, TB, PB, AB, PAB boyutlarında olmuştur. Bu sonuca göre teknoloji destekli öğretimler öğretmen adaylarının en çok teknolojik pedagojik bilgilerinin gelişimini olumlu düzeyde etkilemiştir. Öğretmen adaylarının kullanmayı bilmedikleri 4 farklı yazılımı öğrenmeleri ve konu alanı kapsamında öğrenci seviyesini dikkate alarak bu yazılımlarla ilgili teknolojik modül tasarımları ve ders planı hazırlamalarının teknolojik pedagojik bilgilerinin gelişimini etkilediği düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının en az PAB konusundaki yeterliklerinde artış olmuştur. Adayların hazırladıkları sunumları gerçek bir sınıf ortamında ortaokul öğrencilerine yapmalarının PAB'ın istenilen düzeyde gelişmesine engel olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç literatürle uyumludur (Guzey ve Roehring, 2009; Suhawoto, 2006). Daehler, Heller ve Wong' da (2015) yaptıkları çalışmada, mesleki gelişim sürecinde fen konu alanı ve öğrencilerin pedagojik özellikleri dikkate alınarak gerçekleştirilen uygulamaların öğretmenlerin PAB düzeylerinde artışa yol açabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Benzer uygulamaların PAB'ı geliştirdiğini Magnusson, Krajcik ve Borko (1999), Smith ve Banilower (2015) yaptıkları çalışmalarla ortaya koymuşlardır.

Benzer şekilde Graham ve diğerleri (2009) öğretmenlerin TB, TAB, TPB ve TPAB yeterlikleri ile ilgili öz güvenlerini araştırdıkları çalışmalarında öğretmenlerin TPAB öz güvenlerinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, fen bilimleri öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen bazı uygulamaların (mikro öğretim uygulamaları, sınıf ortamında teknoloji kullanımı ile ilgili eğitimler vb.) adayların TPAB öz yeterliklerini artırdığı ve TPAB öz yeterlikleri daha yüksek öğretmenler olarak mezun olmalarına da katkı sağladığı sonucuna varılmıştır (Canbazoglu, 2012; Suhawoto, 2006). Benzer şekilde gerçekleştirilen öğretimler sonucunda öğretmen adayları ve öğretmenlerin TPAB öz yeterliklerinin öz güvenlerinin artmasıyla ilgili çalışmaların sonuçları da bu çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir (Abbit, 2011; Avcı, 2014; Canbazoglu, 2012; Kazu ve Erten, 2014; Timur, 2011). Sonuçta fen bilimleri öğretmenlerinin TPAB'larının gerçeğe yakın deneyimler sağlayan uygulamalarla, sınıflarda öğretim yaparak ve dönüt düzeltmeler ile geliştiği görülmektedir.

Öğretmen adaylarının hazırladıkları teknolojik modüller pedagojik bilgi, alan bilgisi ve teknolojik bilgi bakımından değerlendirilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde bazı çalışmaların kavram yanlışlığı içerdiği, bazılarının teknolojik ve pedagojik açıdan öğrenci seviyesinin altında olduğu, bazılarının öğretim programı bilgisindeki eksiklikten kaynaklı olarak programda olmayan ifadeler yer verdiği görülmüştür. Bazıları ise alan bilgisinin eksikliğinden kaynaklı olarak yanlış ifadeler yer vermiştir. Hazırlanan animasyon ve kavram haritasının birkaç tanesi ise kullanılan yazılımın formatına uygun olarak hazırlanmamıştır. Sonuçta alan bilgisi ve pedagojik bilgideki eksiklikler teknolojik bilgideki gelişimi de sınırlandırmıştır. Nicel veriler sonucunda anlamlı bir farklılık olduğu gözlenen TPAB ölçeği sonuçları, bu sonucu desteklemektedir.

Öğretmen adaylarının TPAB modeli hakkında sahip oldukları bilgileri ve zihinlerindeki şemaları belirlemek amacıyla çizdikleri şekiller TPAB imajları olarak değerlendirilmiştir. Öğretmen adayları öğretim öncesinde, teknolojik bilgi, pedagojik bilgi ve alan bilgisinin ilişkili olduğunu ifade etmişler fakat daha çok alan bilgisi ve pedagojik bilginin önemine dikkat çekmişlerdir. Hatta alan bilgisinin en önemli bilgi türü olduğunu vurgulamışlardır. Model olarak hepsi üç bilgi türünün birbirini kapsadığı modeller çizmişlerdir.

Öğretim sonrası ise TPAB'ları geliştiğinden teknolojik bilginin önemini vurgulamışlar fakat modellerinde teknolojik bilginin diğer bilgi türlerini kapsadığı modeller çizmişlerdir. Son görüşmede Koehler ve Mishra'nın (2009) şematize ettiği TPAB modelini çizen öğretmen adayı, üç bilgi türünün kesişimi şeklinde olması gerektiğini belirtmiş ve TPAB'ı literatüre uygun olarak tanımlamıştır. Sonuçta teknoloji destekli öğretim sonrası öğretmen adayları TPAB'ın kavramsal yapısını anlamlandırabilmelerine rağmen zihinlerinde TPAB şemasını doğru bir şekilde yapılandıramamış ve TPAB modelini doğru çizememiştir. Buradan çalışmaya katılan öğretmen adaylarının TPAB alt bileşenlerinden kendince hangisini odak noktaya koyuyorsa onu iç içe geçmiş olarak şekillendirirken onu merkez aldığı belirtilebilir.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının hazırladıkları çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda üç farklı bilgi türünün (TB, PB, AB) birbirleriyle ilişkilendirilmesinin zorunluluğu vurgulanmış olup, bu bilgi türlerinden birinin eksikliğinin öğretim açısından sıkıntılar oluşturacağı ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde nicel ve nitel bulgular birlikte

değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının TPAB'larının nicel bulgular sonucu geliştiği gözlemlenirken, nitel bulgular bu durumun uygulamaya yansımadağını göstermektedir.

Teknoloji destekli uygulamalar, çalışmanın başında verilen eğitim ve araştırmacının öğretmen adaylarına rehberlik etmesi adayların TPAB'larına, teknolojik araç kullanma becerilerine, dersi planlama becerilerine, öğrencilerin ön bilgilerini ve kavram yanılgılarını belirlemelerine, ders sürecinde kullandıkları öğretim strateji, yöntem ve tekniklere, ölçme ve değerlendirme teknikleri kullanımına ve alan, teknoloji ve pedagojik bilgilerine katkı sağlamıştır. Bu sonuç literatürle uyumludur (Chai, Koh ve Tsai, 2010; Niess ve diğ., 2009; Shin ve diğ., 2009;). Ayrıca öğretmen adaylarının pedagojik bilgi ve alan bilgisindeki yetersizliklerin teknolojik pedagojik alan bilgisinin gelişimini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Bu açıdan yapılmış çalışmalarda da bulunduğu gibi öğretmenler hizmet öncesinde aldıkları eğitimin onları eğitim teknolojilerini kullanmaya hazırlamada yetersiz olduğunu belirtmişlerdir (Kocaoğlu, 2013). Niess ve diğerleri (2009), pedagojik yeterlikleri düşük ve tecrübesiz öğretmenlerin alan, teknoloji ve pedagojiyi birleştirmede ve teknoloji entegrasyonunda sıkıntılar yaşadığını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda öğretmen eğitimi programlarına sadece genel pedagoji ve alan dersleri yerine öğrenci öğrenmelerini etkileyen faktörler ve içeriğe uygun pedagojik yöntemlere ağırlık veren derslerin yerleştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir (Daehler ve Heller, 2013).

ÖNERİLER

Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programının, günümüzün teknolojik ilerlemeleri ve öğrenci profiline uygun olarak revize edilmesi önemlidir. Bu kapsamda, öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerini geliştirecek ders ve uygulamaların programa dâhil edilmesi ile ilgili şu önerilerde bulunulabilir.

Teknolojik yeterliklerin geliştirilmesi ile ilgili öğretmen adaylarının, okullardaki güncel teknolojilere uyum sağlayacak bilgi ve becerilerle donatılması amacıyla, alan bilgisi, pedagojik bilgi ve teknolojik bilginin bütünleştirildiği TPAB temelli dersler ve uygulamalar programa entegre edilmelidir. Bu derslerde artırılmış gerçeklik, mobil uygulamalar, web 2.0 araçları ve QR kod gibi güncel teknolojilerin eğitimde kullanımına öncelik verilmelidir.

Lisans programındaki alan dersleri ile pedagojik derslerin, içeriğe uygun TPAB'ı ön plana çıkaracak şekilde yeniden yapılandırılması, bu sayede alan, pedagojik ve teknolojik bilgilerin bütünleşik bir şekilde öğretilmesi sağlanmalıdır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanılgılarını azaltmaya yönelik çalışmalar, hem ayrı bir ders olarak hem de alan eğitimi derslerinin içinde yer alacak şekilde planlanmalıdır. Bu dersler, adayların doğru kavram gelişimini destekleyecek uygulamaları içermelidir.

Öğretmen adaylarının teknolojik yeterliklerini geliştirmek için, ortaokul fen sınıflarında pedagojik özellikler dikkate alınarak teknoloji destekli sınıf içi uygulamalar yaptırılmalıdır.

TPAB şemalarının geliştirilmesi için, adaylara teknoloji entegrasyon modellerini kullanmalarını sağlayacak uygulamalı ödevler ve etkinlikler verilmelidir. Fen bilimleri derslerine özgü teknolojik yazılımları içeren uygulamalı dersler, adayların teknoloji entegrasyon becerilerini artırabilir.

Fen bilgisi öğretmenliği özel alan yeterlikleri, güncel teknolojik imkânlar ve TPAB yeterlikleri dikkate alınarak yeniden düzenlenmelidir.

KAYNAKÇA

- Abbitt, J. (2011). An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 24(4), 134-143. <https://doi.org/10.1080/21532974.2011.10784670>
- Abbitt, J. T. (2011). Measuring Technological Pedagogical Content Knowledge in preservice teacher education: A review of current methods and instruments. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(4), 281–300. <https://doi.org/10.1080/15391523.2011.10782573>
- Agyei, D. D. and Keengwe, J. (2014). Using Technological Pedagogical Content Knowledge development to enhance learning outcomes. *Education and Information Technologies*, 19, 155–171. <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9204-1>
- Akkoç, H. (2011). Investigating the development of prospective mathematics teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge. *Research in Mathematics Education*, 13(1), 75-76. <https://doi.org/10.1080/14794802.2011.550729>
- Aktaş, İ., & Özmen, H. (2022). Assessing the performance of Turkish science pre-service teachers in a TPACK-practical course. *Education and Information Technologies*, 27(3), 3495-3528. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10757-z>
- Altınyüzük, C. (2008). *İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersi kimya konularındaki kavram yanlışları*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Avcı, T. *Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi ve Öz Güven Düzeylerinin Belirlenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Celal Bayar üniversitesi.
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Bülbül, Ş. M. ve Slogar, S. M. (2012). Öğretmen özel alan yeterlilikleri ne kadar özel: Pedagojik alan bilgisinin yapısının yeniden gözden geçirilmesi. *10. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde: Niğde Üniversitesi.
- Canbazoğlu Bilici, S. (2012). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi ve Özyeterlikleri*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L. & Tsai, C. C. (2010). Facilitating preservice teachers' development of technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK). *Educational Technology & Society*, 13 (4), 63–73.

- Creswell, J.W., & Plano Clark, V.L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research (2nd ed.)*. Los Angeles: SAGE.
- Çakır, Y. (2005). *İlköğretim öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Daehler, K.R., Heller, J.I. (2015). *Supporting growth of pedagogical content knowledge in science*. In A. Berry, P. Friedrichsen, J. Loughran (Eds.), *Re-Examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*. Taylor & Francis, Routledge, New York, USA, pp. 45-60.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2011). *How to design and evaluate research in education (8th Edition)*. New York: McGraw-Hill.
- Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., St. Clair, L. & Harris, R. (2009). TPACK development in science teaching: measuring the TPACK confidence of inservice science teachers. *TechTrends*, Special Issue on TPACK, 53(5), 70-79.
- Guzey, S.S., & Roehrig, G.H. (2009). Teaching Science with Technology: Case Studies of Science Teachers' Development of Technology, Pedagogy, and Content Knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. (9)1,25-45.
- Holmes, K. (2009). Planning to teach with digital tools: Introducing the IWB to pre-service secondary mathematics teachers. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(3), 351-365. <https://doi.org/10.14742/ajet.1139>
- Kazu, İ.Y., Erten, P. (2014) Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge Self-Efficacies. *Journal of Education and Training Studies*, 2(2), 126-144. <https://doi.org/10.11114/jets.v2i2.261>
- Kırbaşlar, F., Özsoy-güneş, Z., Avcı, F., & Atalar, A. (2012). Fen ve Teknoloji Ders Kitaplarında "Madde ve Değişim" Öğrenme Alanındaki Bazı Kavramların ve Örneklendirmelerin İncelenmesi. *HAYEF Journal of Education*, 9(2), 61-83.
- Kocaoğlu, B. Ü. (2013). *Lise öğretmenlerinin fatih projesi teknolojilerini kullanmaya yönelik özyeterlik inançları: Kayseri ili örneği*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi], Sakarya Üniversitesi.
- Koehler, M. & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In. AACTE committee on innovation and technology (Eds.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Teaching and Teacher Educators*, (pp. 3-29). New York and London: Routledge.
- Koehler, M. J., Shin, T. S., and Mishra, P. (2012). How do we measure TPACK? Let me count the ways. In R. N. Ronau, C. R. Rakes, and M. L. Niess (Eds.), *Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact: A research handbook on frameworks and approaches* (pp. 16-31).
- Koehler, M.J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9 (1), 60-70.
- Koh, J. H. L., Chai, C.S. and Tsai, C. C. (2013). Examining practicing teachers' perceptions of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) pathways: a structural equation modeling approach. *Instructional Science*, 41(4), 793-809. <https://doi.org/10.1007/s11251-012-9249-y>

- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome and N.G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (p. 95–132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McCrary, R. (2008). Science, technology and teaching: The topic-specific challenges of TPCK in science. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (p. 193-206). New York: Routledge.
- Meşeci, B., Tekin, S., & Karamustafaoğlu, S. (2013). Maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (9), 20-40.
- Mishra, P. and Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mishra, P. and Koehler, M. J. (2008). Introducing Technological Pedagogical Content Knowledge. *In annual meeting of the American Educational Research Association* (pp. 1-16).
- Niess, M. L. (2008). Guiding pre-service teachers in developing TPCK. In. AACTE Committee on Innovation and Technology (Eds.), *Handbook Of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) For Educators* (pp. 3-29). New York and London: Routledge.
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper S. R., Johnston, C., Browning, C., Özgün-Koca, S. A. & Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 4-24.
- Pamuk, S., Ergun, M., Çakır, R., Yılmaz, H. B., & Ayas, C., (2015). Exploring relationships among TPACK components and development of the TPACK instrument. *Education and Information Technologies*, vol.20, no.2, 241-263. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9278-4>
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J. & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): the development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Shin, T.S., Koehler, M.J., Mishra, P., Schmidt, D.A., Baran, E., Thompson, A.D. (2009). Changing Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) through course evaluations. *Paper presented at the 2009 International Conference of the Society for the Information and Technology and Teacher Education*, March 2-6, Charleston, South Carolina.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Smith, P.S., Banilower, E.R. (2015). Assessing PCK: A new application of the uncertainty principle. In A. Berry, P. Friedrichsen, J. Loughran (Eds.), *Re-Examining Pedagogical Content Knowledge in Science Educaiton*. Taylor & Francis, Routledge, New York, USA, 88-104.
- Suharwoto, G. (2006). *Secondary mathematics preservice teachers' development of technology pedagogical content knowledge in subject-specific, technology- integrated teacher preparation program*. Unpublished doctoral dissertation. Oregon State University.

- Stinken-Rösner, L., Hofer, E., Rodenhauer, A., & Abels, S. (2023). Technology implementation in pre-service science teacher education based on the transformative view of TPACK: Effects on pre-service teachers' TPACK, behavioral orientations and actions in practice. *Education Sciences*, 13(7), 732. <https://doi.org/10.3390/educsci13070732>
- Timur, B. (2011). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kuvvet ve Hareket Konusundaki Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Gelişimi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Üce, M., & Sarıçayır, H. (2009). Kavramsal Değişim Metinlerinin Madde ve Özellikleri Konusunun Öğretimdeki Başarıya Etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimler Dergisi*, (30), 159–172.
- Yiğit, M. (2014). A review of the literature: How pre-service mathematics teachers develop their Technological, Pedagogical, And Content Knowledge. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 2(1), 26-35.
- Yurdakul Kabakçı, I., Odabasi, H. F., Kilicer, K., Coklar, A. N., Birinci, G., and Kurt, A. A. (2012). The development, validity and reliability of TPACK-deep: A Technological Pedagogical Content Knowledge Scale. *Computers and Education*, 58(3), 964–977. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.012>
- Voithofer, R., & Nelson, M. J. (2021). Teacher educator technology integration preparation practices around TPACK in the United States. *Journal of teacher education*, 72(3), 314-328. <https://doi.org/10.1177/0022487120949842>
- Wilson, M. L., Ritzhaupt, A. D., & Cheng, L. (2020). The impact of teacher education courses for technology integration on pre-service teacher knowledge: A meta-analysis study. *Computers & Education*, 156, 103941. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103941>

Etik Metni: Bu makalede dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazarlara aittir. Çalışma kapsamında etik kurul izni Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu 02.05.2018 tarih 2018/156 karar sayısıyla alınmıştır.

Yazarların Katkı Oranı Beyanı: Yazarların katkı oranları şu şekildedir: 1. yazarın katkı oranı %50'dir, 2. Yazarın katkı oranı %50'dir.

KATKI ORANI	KATKIDA BULUNAN YAZAR(LAR)
Fikir ve Kavramsal Örgü	Gülşah Kaya Yatar, Mustafa Ergun
Literatür Tarama	Gülşah Kaya Yatar, Mustafa Ergun
Yöntem	Gülşah Kaya Yatar, Mustafa Ergun
Veri Toplama	Gülşah Kaya Yatar
Verilerin Analizi	Gülşah Kaya Yatar, Mustafa Ergun
Bulgular	Gülşah Kaya Yatar, Mustafa Ergun
Tartışma ve Yorum	Gülşah Kaya Yatar, Mustafa Ergun

Finansal Destek: Bu çalışmanın yazım sürecinde katkı ve/veya destek alınmamıştır.

Bilgilendirilmiş Onam Beyanı: Çalışmaya katılan tüm katılımcılardan bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır.

Veri Kullanılabilirlik Beyanı: Çalışma esnasında oluşturulan ve/veya analizi yapılan veri setleri, editör veya hakemlerin talebi doğrultusunda ilgili yazar tarafından sağlanacaktır. Veri setlerine ilişkin soru vb. için, sorumlu yazar ile iletişime geçilmelidir. Makale ile ilgili tüm veriler makalenin içinde yer almaktadır.

Çıkar Çatışması: Yazarların araştırma ile ilgili diğer kişi, kurum ve kuruluşlarla ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.



Bu eser CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.tr>) ile lisanslanmıştır.

Sorumluluk Reddi/Yayıncı Notu: Tüm yayınlarda yer alan ifade, görüş ve veriler yazar(lar) ve katkıda bulunan(lar)ın görüşleridir. IJOEEC ve/veya editör(ler), içerikte belirtilen herhangi bir fikir, yöntem, talimat veya üründen kaynaklanan kişiler veya mülke yönelik zararlardan ve ihlallerden sorumlu değildir.